

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА ПРИ ФОРМИРОВАНИИ УРОЖАЙНОСТИ ПОДСОЛНЕЧНИКА

**Смирнов Владимир Павлович**, аспирант кафедры «Биология, химия, ТХППР»

**Костин Владимир Ильич**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой «Биология, химия, ТХППР»

**Федорова Ирина Леонидовна**, кандидат химических наук, доцент кафедры «Биология, химия, ТХППР»

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

432017, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1; тел. +7(8422)559516;

e-mail: bio-kafedra@yandex.ru

**Ключевые слова:** подсолнечник, мелафен, гетероауксин, урожайность, масличность, лузжистость, качество семян.

В статье приведены трехлетние лабораторные и полевые исследования по изучению действия фиторегуляторов роста мелафена и гетероауксина на начальные ростовые процессы, активность гидролитического фермента амилазы, полевую всхожесть, урожайность, масличность и сбор масла семян подсолнечника. Исследования проводились с гибридом «Оренбар» по общепринятым методикам. Установлено, используемые росторегуляторы мелафен и гетероауксин вызывают активацию кислой и щелочной ферментов липаз, которые контролируют гидролитический распад триглицеридов. Активность кислой липазы повышается на 4,3-16,5%, а активность щелочной на 21,5-28,4%. Наибольшая активность наблюдается при совместном использовании мелафена и гетероауксина, достигая своего максимума на 72 часа прорастания. Под влиянием мелафена и гетероауксина наблюдается более интенсивное накопление сырой массы проростков и корешков. Наземная часть увеличивается на 47,2-58,1%, а подземная часть на 29,4-52,9%. Полевая всхожесть растений увеличивается с 91,3 до 95,8%. Усиление начальных ростовых процессов приводит к повышению урожайности за счет увеличения элементов структуры урожая: увеличения диаметра корзинки, массы семян корзинки и 1000 семян. Получена статистическая достоверная прибавка урожайности маслосемян. В среднем урожайность за 3 года увеличилась на 5,9-10,0%, что составляет 0,10-0,17 т/га при урожайности на контроле 1,69 т/га. Масличность семян увеличивается на 0,578-1,51%. Наибольшая масличность на варианте мелафен+гетероауксин. Выход масла с 1 га увеличивается на 7,6-13,1%. Предпосевная обработка семян вписывается в технологию данной культуры. Результаты исследований показывают целесообразность предпосевной обработки семян подсолнечника регуляторами роста мелафен и гетероауксин.

### Введение

Подсолнечник, пожалуй, больше всего из масличных культур отличается разносторонностью использования. В настоящее время производство семян не удовлетворяет потребности населения подсолнечным маслом, нам кажется это связано с тем, что не оптимизировано минеральное и воздушное питание и несовершенство технология данной культуры.

Перспективным резервом повышения урожайности и масличности маслосемян является использование регуляторов роста нового поколения, усиливающих энергетические и ростовые процессы в начале онтогенеза для быстрого прикоренения растений и ускоренного перехода на автотрофный тип питания.

Для интенсификации минерального питания, усиления минерального питания и энергетических процессов, способствующих ростовым и продукционным процессам целесообразно использовать для предпосевной обработки семян фиторегулятор нового поколения мелафен.

Мелафен относится к химии гетероциклических и фосфорорганических соединений, а именно к меламиновой соли бис(оксиметил)фосфиновой кислоте.

На сегодняшний день мелафен как по действующим концентрациям, так и по эффективности, широте действия и по функциональности не имеет аналогов в мире. Полностью растворим в воде. В соответствии с Федеральным законом от 19 июля 1997 года № 109-ФЗ «О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами» мелафен получил государственную регистрацию за № 2222-11-11-167-0-0-3-0 и допускается к обороту на территории Российской Федерации.

Полученные экспериментальные данные отечественных исследователей [1 - 6] показывают, что мелафен имеет широкий спектр действия и обладает физиологической активностью, сравнимой с фитогормонами в очень низких концентрациях. Показано, что мелафен влияет на энергетику изолированных митохондрий и активизирует синтез РНК [7, 8].

Многолетние исследования, проведенные нами на различных сельскохозяйственных культурах, показывают на эффективность применения мелафена для предпосевной обработки семян. Результаты показывают: использование мелафена способствует повышению урожайности и качества яровой, озимой пшеницы, озимой ржи и сахарной свеклы [9 - 14]. Впервые нами проводятся исследования по применению мелафена на подсолнечнике. Кроме мелафена использовали гетероауксин для активации деления и растяжения клеток и усиления аттрагирующего эффекта.

#### Объекты и методы исследований

В условиях Ульяновской области исследования проводились на базе ООО «Симбирск-Агро» в 2017-2019 г.г. В качестве объекта исследований был взят гибрид подсолнечника «Оренбар». Исследования проводили по государственному стандарту. Схема опыта: 1) контроль (H<sub>2</sub>O); 2) мелафен; 3) гетероауксин; 4) мелафен + гетероауксин. Мелафен использовали в концентрации 1·10<sup>-7</sup> %, гетероауксин 1·10<sup>-4</sup> %, предварительно установленных в лабораторных и полевых условиях. Варианты опыта размещались систематическим способом. Посевная площадь делянки – 3080 м<sup>2</sup> (11,2 м x 275 м), учетная – 100 м<sup>2</sup> (3,5 м x 28,6 м). Повторность вариантов в опытах четырехкратная. Закладку полевых опытов проводили согласно методике Б.А. Доспехова [15].

Активность кислых и щелочных липаз в процессе прорастания семян определяли по Н.Н.Третьякову [16]. Расчет активности липазы (кислой и щелочной) вели по формуле:

$$AL = (aT - bT)/H,$$

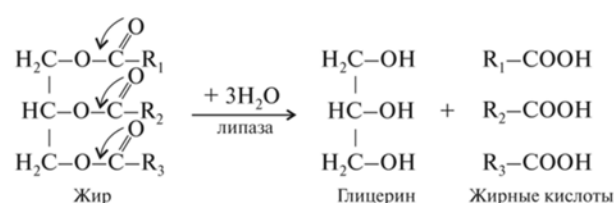
где а и b – количества 0,1 н спиртового раствора NaOH, затраченного на титрование опытного и контрольного образцов, мл; Т – поправка к титру 0,1 н раствора NaOH; H – навеска семян, г. Степень расходования питательных веществ семян по убыли массы при прорастании ГОСТ 10968-72. Масличность определяли на приборе «ИНФРАСКАН-105». Экспериментальные данные анализировались статистическими методами на компьютере с использованием программ Microsoft Excel и Statistica 8,0.

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный низкогумусный с содержанием гумуса от 3,5 до 4%. Содержание подвижного фосфора 105 – 131,1 мг/кг, обменного калия 98,8 – 120 мг/кг, степень насыщенности основаниями 70,2 – 90,1%, сумма поглощенных оснований 21,3 – 30,0 мг-экв/100 г почвы, рН солевой вытяжки

5,5-6,5. Предшествующей культурой была озимая пшеница. Основная обработка почвы представлена осенним послеуборочным дискованием БДТ-7 на глубину 15-16 см в связи с тем, что низкий пахотный горизонт. Весной для лучшего распределения остатков и рыхления поверхностного слоя проводили обработку пружинной бороной «Кама 15-27» на глубину 3-4 см. Норма высева 60 тыс. шт./га. Посев проводился пунктирным широкорядным способом с междурядьями 70 см пневматической сеялкой Monosem на глубину 5 см. Уборку посевов подсолнечника проводили комбайном «Acros 580». К уборке приступали при достижении полной (хозяйственной, технической) спелости, когда 85-90% корзинок приобретали бурый цвет, влажность семян 12-14%.

#### Результаты исследований

Наши многолетние исследования на различных сельскохозяйственных культурах показывают, что мелафен приводит к высвобождению ферментов, переходу их из латентного состояния в активное, что вызывает активацию гидролитических и окислительно-восстановительных ферментов [11]. Одним из существенных факторов, влияющих на ростовые и физиологические процессы при прорастании семян, является активность гидролитического фермента липазы. Липаза (триацилглицеролацилгидролаза, стеапсин, трибутираза, липаза триглицеридов, КФ 3.1.1.3) – фермент, катализирующий гидролитическое расщепление триацилглицеринов до глицерина и жирных кислот [17]. Упрощенная схема гидролиза триацилглицеринов представлена на рис.1.



R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> – остатки жирных кислот

**Рис. 1 – Упрощенная схема гидролиза триацилглицеринов под действием липазы**

Наши исследования показывают, что мелафен и гетероауксин приводят к высвобождению ферментов, переходу из латентного состояния в активное, что вызывает активацию гидролитических ферментов кислой и щелочной липазы. Следует указать, что активность как кислой, так и щелочной липазы возрастает, достигая своего максимума в опытных вариантах на 72 часа про-

Таблица 1

**Влияние регуляторов роста на активность липазы при прорастании семян подсолнечника, мл 0,1 н NaOH на 1 г семян**

| Вариант                     | Время, час | Кислая липаза |     |     |                    | Щелочная липаза |     |      |                    |
|-----------------------------|------------|---------------|-----|-----|--------------------|-----------------|-----|------|--------------------|
|                             |            | 24            | 48  | 72  | Среднее за 72 часа | 24              | 48  | 72   | Среднее за 72 часа |
| Контроль (H <sub>2</sub> O) |            | 5,0           | 6,0 | 7,7 | 6,23               | 4,4             | 4,6 | 8,3  | 5,76               |
| Мелафен                     |            | 6,7           | 7,1 | 7,8 | 7,20               | 6,1             | 6,4 | 9,2  | 7,23               |
| Гетероауксин                |            | 5,8           | 6,2 | 7,5 | 6,50               | 4,8             | 6,2 | 10,0 | 7,00               |
| Мелафен + гетероауксин      |            | 6,4           | 6,8 | 8,6 | 7,26               | 5,2             | 6,8 | 10,2 | 7,40               |

Таблица 2

**Густота стояния и полевая всхожесть (2017-2019 г.г.)**

| Вариант                | Норма высева, тыс. шт./га | Количество растений, тыс. шт./га | Полевая всхожесть, % |
|------------------------|---------------------------|----------------------------------|----------------------|
| Контроль               | 60                        | 54,8                             | 91,3                 |
| Мелафен                | 60                        | 56,9                             | 94,8                 |
| Гетероауксин           | 60                        | 55,9                             | 93,1                 |
| Мелафен + гетероауксин | 60                        | 57,5                             | 95,8                 |

Таблица 3

**Влияние регуляторов роста на урожайность подсолнечника, т/га**

| Вариант                | 2017 г. | 2018 г. | 2019 г. | Средняя за 3 года | Прибавка |              |
|------------------------|---------|---------|---------|-------------------|----------|--------------|
|                        |         |         |         |                   | т/га     | % к контролю |
| Контроль               | 1,81    | 1,43    | 1,84    | 1,69              | -        | 100,0        |
| Мелафен                | 1,90    | 1,52    | 1,96    | 1,79              | 0,10     | 105,9        |
| Гетероауксин           | 1,91    | 1,54    | 1,99    | 1,81              | 0,12     | 107,1        |
| Мелафен + гетероауксин | 1,97    | 1,58    | 2,05    | 1,86              | 0,17     | 110,0        |
| НСР05                  | 0,068   | 0,038   | 0,016   |                   |          |              |

Таблица 4

**Влияние регуляторов роста на масличность подсолнечника, %**

| Вариант                | 2017 г.    | 2018 г.    | 2019 г.    | В среднем за 3 года |
|------------------------|------------|------------|------------|---------------------|
| Контроль               | 49,63±0,06 | 48,47±0,15 | 49,90±0,18 | 49,33               |
| Мелафен                | 49,73±0,06 | 49,13±0,15 | 51,60±0,22 | 50,15               |
| Гетероауксин           | 49,66±0,07 | 49,33±0,12 | 50,20±0,20 | 49,73               |
| Мелафен + гетероауксин | 50,40±0,06 | 49,83±0,15 | 51,80±0,23 | 50,67               |

рацивания. В опытных вариантах активность выше на протяжении проведения опытов. Это указывает на то, что в опытных вариантах более интенсивно протекают гидролитические и окислительно-восстановительные процессы. Активность кислой липазы повышается на 4,3-16,5 %, а активность щелочной соответственно на 21,5-28,4 % (табл. 1).

Наибольшая активность наблюдается под влиянием мелафена и мелафена в сочетании с гетероауксином, достигая максимума на третьи сутки. Под влиянием мелафена и гетероауксина наблюдается более интенсивное накопление сырой массы проростков и корешков. Наземная

часть увеличивается на 47,2-58,1 %, а подземная часть на 29,4-52,9 %. Увеличивается и полевая всхожесть (табл. 2).

В среднем за 2017-2019 г.г. полевая всхожесть под влиянием регулятора роста увеличивается с 91,3 до 95,8 %. Наилучший показатель полевой всхожести 95,8 % наблюдается на варианте мелафен + гетероауксин. В данном случае наблюдается относительный синергизм. Данные по урожайности маслосемян приведены в табл. 3.

Под влиянием предпосевной обработки семян урожайность увеличивается на 0,10-0,17 т/га при урожайности на контрольном варианте

Сбор масла под влиянием регуляторов роста, т/га

| Вариант                | 2017 г. | 2018 г. | 2019 г. | В среднем за 3 года | Прибавка |              |
|------------------------|---------|---------|---------|---------------------|----------|--------------|
|                        |         |         |         |                     | т/га     | % к контролю |
| Контроль               | 0,898   | 0,693   | 0,918   | 0,836               | -        | 100,0        |
| Мелафен                | 0,944   | 0,746   | 1,011   | 0,900               | 0,064    | 107,6        |
| Гетероауксин           | 0,948   | 0,759   | 0,998   | 0,901               | 0,065    | 107,7        |
| Мелафен + гетероауксин | 0,992   | 0,787   | 1,061   | 0,946               | 0,110    | 113,1        |

1,69 т/га. Наибольшая прибавка получена при совместной обработке мелафеном и гетероауксином.

Нами были проведены исследования на содержание масла в семенах подсолнечника (табл. 4.).

Анализ таблицы 4 показывают, что масличность под влиянием регуляторов роста увеличивается в среднем за 3 года на 0,40-1,34%. Исследования показали, что в среднем за 2017-2019 г.г. наибольшая масличность на варианте мелафен + гетероауксин составляет 50,67 %.

Применение регуляторов роста способствовали повышению сбору масла (табл. 5).

Сбор масла под влиянием регуляторов роста увеличивается на 0,064-0,110 т/га, при сборе масла при контроле 0,846 т/га, что на 7,6-13,1 % выше контроля.

#### Обсуждение

Анализ физиологических процессов, определяющих рост и развитие проростков, а также их изменения в результате предпосевной обработки семян регуляторами роста мелафеном и гетероауксином показывают, что они интерпретируются и фиксируются в процессе прорастания. Мы считаем, что это связано с переходом фермента липазы из латентного состояния в активную форму, и происходит более усиленный распад запасных триглицеридов до глицерина и высших карбоновых кислот. В результате усиливаются ростовые и метаболические процессы до образования низкомолекулярных соединений, в частности при обменных процессах из глицерина образуются углеводы, необходимые для питания проростков. В результате повышения активности как кислотной, так и щелочной липазы наблюдается более интенсивное накопление сырой массы проростков, корешков и создаются более благоприятные условия для полевой всхожести, которая увеличивается на 1,8 – 4,5 %. Физиолого-биохимические изменения, происходящие на начальных этапах онтогенеза, оказывают влияние на продукционный процесс и формирование урожайности маслосемян. Урожайность повышается за счет

увеличения структуры урожая, увеличения диаметра корзинки, массы семян корзинки и 1000 семян. Увеличение масличности связано с более усиленным биосинтезом углеводов, из которых затем в корзинках синтезируются липиды. Регуляторы роста, по-видимому, оказали влияние на этот процесс. За счет увеличения урожайности масличности увеличивается и выход масла с одного гектара.

#### Заключение

Таким образом, проведенные исследования показывают, что предпосевная обработка семян подсолнечника в условиях Ульяновского региона способствует повышению урожайности и качества маслосемян, вписывается в технологию возделывания данной культуры.

#### Библиографический список

1. Патент № 2158735 Российская Федерация, МПК А01N 43/00. Меламиновая соль бис(оксиметил)фосфи-новой кислоты (мелафен) в качестве регулятора роста и развития растений и способ ее получения / Фаттахов С. Г., Лосева Н. Л., Резник В. С., Коновалов А. И., Алябьев А. Ю., Гордон Л. Х., Зарипова Л. П. Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова Казанского научного центра РАН, Казанский институт биохимии и биофизики Казанского научного центра РАН. – заявл. 13.07.1999; опубл. 13.07.1999. – 2 с.
2. Фаттахов, С. Г. Состояние исследований и перспективы применения регулятора роста растений нового поколения «Мелафен» в сельском хозяйстве и биотехнологии / С. Г. Фаттахов, В. С. Резник, А. И. Коновалов // Сборник Всероссийского семинара-совещания. – Казань, 2006. – С. 3-12.
3. Влияние мелафена на рост и энергетические процессы растительной клетки / С. Г. Фаттахов, Н. Г. Лосева, А. И. Коновалов [и др.] // Доклады академии наук. - 2004. – Т. 394, № 1. - С. 127-129.
4. Карпова, Г. В. Влияние мелафена, пиррафена и пектина на систему физиолого-биохимических процессов в семенах яровой мягкой пше-

ницы при прорастании / Г. В. Карпова // Вестник Саратовского ГАУ. – 2008. - № 3. - С. 23-25.

5. Коновалов, А. И. Взаимосвязь самоорганизации, физико-химических свойств и биологической активности высококонцентрированных растворов мелафена / А. И. Коновалов, И. С. Рыжкина // Мелафен: механизм действия и области применения. – Казань : издательство РАН ; Печать-Сервис-XXI век, 2014. – С. 25-46.

6. Барчукова, А. Я. Применение препарата мелафен в растениеводстве / А. Я. Барчукова, Н. В. Чернышева, Я. К. Тосупов // Мелафен: механизм действия и области применения. – Казань : издательство РАН ; Печать-Сервис-XXI век, 2014. – С. 177-208.

7. Функциональное состояние мембран митохондрий корнеплодов сахарной свеклы при действии препарата мелафен / И. В. Жигачева, Л. Д. Фаткуллина, А. Г. Шугаев [и др.] // Физиология растений. - 2007. - Т. 54, № 5. – С. 672-677.

8. Жигачева, И. В. Фосфорорганический регулятор роста растений: устойчивость клеток растений и животных к стрессовым воздействиям / И. В. Жигачева, Е. Б. Бурлакова, А. Г. Шугаев // Биологические мембраны. - 2008. - Т. 25, № 3. – С. 196-202.

9. Костин, В. И. Мелафен – фиторегулятор нового поколения / В. И. Костин, О. В. Костин, А. В. Романов // Нива Поволжья. – 2006. - № 1. – С. 13-16.

10. Костин, В. И. Элементы минерального питания и росторегуляторы в онтогенезе сельскохозяйственных растений / В. И. Костин, В. А. Исайчев, О. В. Костин. – Москва : Колос, 2006. – 290 с.

11. Антонова, Т. А. Экологические перспек-

тивы использования мелафена как фиторегулятора озимой ржи / Т. А. Антонова // Ноосферные знания в технологии : труды Ульяновского научного центра. - Ульяновск, 2002. – Т. 5, вып. 1. - С. 67- 69.

12. Чепко, С. С. Влияние регулятора роста мелафен на продуктивность зерновых культур / С. С. Чепко, Л. Н. Долгова, В. П. Положенцев // Состояние регуляторов роста растений нового поколения. Мелафен в сельском хозяйстве и биотехнологии : материалы Всероссийского семинара-совещания. – Казань, 2006. – С.163-168.

13. Жукова, П. С. Эффективность применения регуляторов роста в овощеводстве и картофелеводстве / П. С. Жукова. – Москва : Наука, 1990. - 52 с.

14. Карпова, Г. А. Влияние мелафена и пектина на амилолитическую активность и посевные качества семян яровой пшеницы / Г. А. Карпова, Е. Н. Зюзина // Регуляторы роста, развития и продуктивности растений : материалы Международной научной конференции. – Минск, 2007. – С. 95-96.

15. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. - 6-е изд., доп. и перераб. – Москва : Агропромиздат, 2011. – 352 с.

16. Третьяков, Н. Н. Практикум по физиологии растений / Н. Н. Третьяков, Т. В. Карнаухова, Л. А. Паничкин. – Москва :Агропромиздат, 1990. – 271 с.

17. Грачева, Н. М. Технология ферментных препаратов / И. М. Грачева, А. Ю. Кривова. - 3-е изд., перераб. и доп. – Москва. : Элевар, 2000. - 512с.

## EFFECTIVENESS OF GROWTH REGULATORS APPLIANCE WHEN FORMING SUNFLOWER YIELD

*Smirnov V. P., Kostin V.I., Fedorova I.L.*

*FSBEI HE Ulyanovsk State Agrarian University*

*432017, Ulyanovsk, Novy Venets boulevard 1, tel.: +7(8422)559516;*

*e-mail: bio-kafedra@yandex.ru*

*Key words: sunflower, melafen, heteroauxin, yield, oil content, huskness, seed quality.*

*The article shows three-year laboratory and field studies on the effect of growth regulators melafen and heteroauxin on the initial growth processes, activity of hydrolytic enzyme amylase, field germination, yield, oil content and collection of sunflower seed oil. The research was conducted with a hybrid "Orenbar" according to standard techniques. It was established that the growth regulators melafen and heteroauxin cause activation of acid and alkaline lipase enzymes that control the hydrolytic breakdown of thriglycerines. The activity of acidic lipase increases by 4.3-16.5%, and the activity of alkaline lipase by 21.5-28.4%. The greatest activity is observed when melafen and heteroauxin are used together, reaching their maximum at 72 hours of germination. Under the influence of melafen and heteroauxin, more intensive accumulation of raw mass of seedlings and roots is observed. The ground part increases by 47.2-58.1%, and underground part by 29.4-52.9%. Field germination of plants increases from 91.3 to 95.8%. Strengthening the initial growth processes leads to increase in yield by increasing the elements of the crop structure: increasing the diameter of the basket, weight of the basket's seeds, and 1000 seeds. A statistically significant increase in the yield of oilseeds was obtained. On average, the yield during 3 years increased by 5.9-10.0%, which is 0.10-0.17 t / ha with a yield of 1.69 t/ha. Oil content of seeds increases by 0.578-1.51%. The highest oil content on the variant melafen + heteroauxin. Oil yield from 1 ha increases by 7.6-13.1%. Pre-sowing seed treatment fits into the technology of this crop. The results of research show the feasibility of pre-sowing treatment of sunflower seeds with growth regulators Melafen and heteroauxin.*

*Bibliography*

*1. Patent № 2158735 Russian Federation, IPC A01N 43/00. Melamine salt bis(oxyethyl) phosphine acid (melafen) as growth regulator and development of plant and method of its producing / Fattkhov S. G., Loseva N. L., Reznik V. S., Konovalov A. I., Alyabyev A. Y., Gordon L. K., Zaripova L. P. Institution of organic*



- and physical chemistry named after A.E. Arbuzova of Kazan scientific centre RAS, Kazan Institute of biochemistry and biophysics of Kazan scientific centre RAS. – enter. 13.07.1999; published. 13.07.1999. – 2 p.
2. Fattakhov, S. G. State of research and prospects for the use of new generation plant growth regulator “Melafen” in agriculture and biotechnology / S. G. Fattakhov, V. S. Reznik, A. I. Konovalov // Collection of the all-Russian seminar-meeting. – Kazan, 2006. – P. 3-12.
  3. The influence of melaphen on growth and energy processes of the plant cell / S. G. Fattakhov, N. G. L'oseva, A. I. Konovalov [et al] // Reports of the Academy of Sciences. - 2004. – V. 394, № 1. - P. 127-129.
  4. Karpova, G. V. The influence of Melafen , pirivena and pectin on the system physiological and biochemical processes in seeds of spring wheat during germination / G. V. Karpova // Vestnik of Saratov SAU. – 2008. - № 3. - P. 23-25.
  5. Konovalov, A. I. Correlation of self-organization , physicochemical properties and biological activity of highly deluted solutions of Melafen / A. I. Konovalov, I. S. Ryzhkin // Melaphen: mechanism of action and applications. – Kazan : publishing house RAS ; Printing service-XXI century, 2014. – P. 25-46.
  6. Barchukova, A. Y. Appliance of preparation Melafen in crop farming / A. Y. Barchukova, N. V. Chernyshova, Y. K. Tosupov // Melafen: mechanism of action and applications. – Kazan : publishing house RAS ; Printing service -XXI vek, 2014. – P. 177-208.
  7. Functional state of mitochondrial membranes of sugar beet root crops under the action of preparation Melafen / I. V. Zhigacheva, L. D. Fatkullina, A. G. Shugayev [et al.] // Plant psviology . - 2007. - V. 54, № 5. – P. 672-677.
  8. Zhigacheva, I. V. Organophosphorus plant growth regulator: resistance of plant and animal cells to stress / I. V. Zhigacheva, E. B. Burlakova, A. G. Shugayev // Biological membranes. - 2008. - V. 25, № 3. – P. 196-202.
  9. Kostin, V. I. Melafen is a phyto regulator of new generation o / V. I. Kostin, O. V. Kostin, A. V. Romanov // Niva of the Volga region. – 2006. - № 1. – P. 13-16.
  10. Kostin, V. I. Elements of mineral nutrition and growth regulators in the ontogenesis of agricultural plants / V. I. Kostin, V. A. Isaychev, O. V. Kostin. – Moscow : Kolos, 2006. – 290 p.
  11. Antonova, T. A. Ecological perspectives of using Melafen as a phyto regulator of winter rye / T. A. Antonova // Noosphere knowledge in technology: works of Ulyanovsk scientific centre. - Ulyanovsk, 2002. – V. 5, pub. 1. - P. 67- 69.
  12. Chepko, S. S. Influence of growth regulator Melafen on productivity of grain crops / S. S. Chepko, L. N. Dolgova, V. P. Polozhentsev // State of plant growth regulators of the new generation. Melafen in agriculture and biotechnology: materials of All-Russian alignment meeting. – Kazan, 2006. – P.163-168.
  13. Zhukova, P. S. Effectiveness of appliance of growth regulators in vegetable and potato production / P. S. Zhukova. – Moscow : Science, 1990. - 52 p.
  14. Karpova, G. A. The influence of Melafen and pectin on amilolytic enzyme activity and seeding qualities of seeds of spring wheat / G. A. Karpova, E. N. Zyzina // Regulators of plant growth, development and productivity: works of International scientific conference. – Minsk, 2007. – P. 95-96.
  15. Dospikhov, B. A. Field experience methodology (with the bass of statistical processing of research results)/ B. A. Dospikhov. – 6<sup>th</sup> pub., revised edition. – Moscow : Agro industrial publishing, 2011. – 352 c.
  16. Tretyakov, N. N. Workshop on plant physiology / N. N. Tretyakov, T. V. Karnaukhov, L. A. Panichkin. – Moscow : Agro industrial publishing, 1990. – 271 p.
  17. Grachova, N. M. Technology of enzyme prepatrations / I. M. Grachov, A. Y. Krivova. – 3<sup>rd</sup> pub., revised edition. – Moscow : Elevor, 2000. – 512p.